

1/3/1 (Item 1 from file: 351)  
DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2006 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011147847 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1997-125771/ 199712  
XRPX Acc No: N97-104021

Image encoder with reversible encoding-decoding function - has code producing circuit that uses probability estimation value output by probability estimation circuit based on broken image formed by a broken image forming circuit

Patent Assignee: FUJI XEROX CO LTD (XERF )

Inventor: KIMURA S; KOSHI Y; YOKOSE T

Number of Countries: 002 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 9009256	A	19970110	JP 95324659	A	19951213	199712 B
US 6072909	A	20000606	US 96730764	A	19961015	200033
US 6118900	A	20000912	US 96730764	A	19961015	200046
			US 99396434	A	19990915	

Priority Applications (No Type Date): JP 9592689 A 19950418

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 9009256	A	17	H04N-007/24	
US 6072909	A		G06K-009/36	
US 6118900	A		G06K-009/36	Div ex application US 96730764

SL

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-009256  
 (43)Date of publication of application : 10.01.1997

---

(51)Int.Cl. H04N 7/24  
 H03M 7/36  
 H04N 1/413

---

(21)Application number : 07-324659 (71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD  
 (22)Date of filing : 13.12.1995 (72)Inventor : YOKOSE TARO  
 KIMURA SHUNICHI  
 KOSHI YUTAKA

---

(30)Priority  
 Priority number : 07 92689 Priority date : 18.04.1995 Priority country : JP

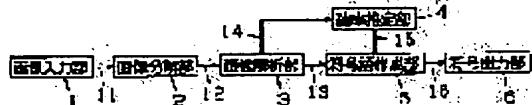
---

**(54) IMAGE ENCODING DEVICE AND IMAGE DECODING DEVICE**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the easily realizable encoding device and decoding device of multilevel images for which calculation accuracy and memories required at the time of encoding and decoding are reduced and probability estimation is mitigated.

**SOLUTION:** An image decomposition part 2 decomposes a bit string for indicating picture elements into plural parts for image data 11 from an image input part 1. Then, the picture element value of a decomposed encoding object picture element and the picture element value of a reference picture element are sent out to an image analysis part 3 as decomposed image data 12. The image analysis part 3 sends out the picture element value of the decomposed encoding object picture element to a code word preparation part 5 as decomposed picture element value data 13 and sends out the picture element value of the reference picture element to a probability estimation part 4 as state data 14. The probability estimation part 4 sends out probability estimation data 15 corresponding to the state data 14 to the code word preparation part 5. The code word preparation part 5 prepares code words for the respective decomposed parts and sends them out to a code output part 6 as code data 6.




---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 08.10.1997  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number] 2939869  
 [Date of registration] 18.06.1999  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

## 特開平9-9256

(43)公開日 平成9年(1997)1月10日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04N 7/24			H04N 7/13	2
H03M 7/36		9382-5K	H03M 7/36	
H04N 1/413			H04N 1/413	2

審査請求 未請求 請求項の数 13 O.L (全 17 頁)

(21)出願番号	特願平7-324659
(22)出願日	平成7年(1995)12月13日
(31)優先権主張番号	特願平7-92689
(32)優先日	平7(1995)4月18日
(33)優先権主張国	日本 (JP)

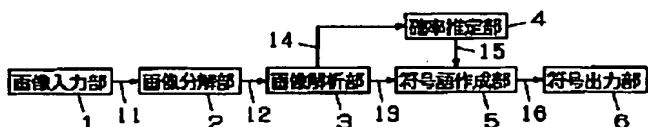
(71)出願人	000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂二丁目17番22号
(72)発明者	横瀬 太郎 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士 ゼロックス株式会社内
(72)発明者	木村 俊一 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士 ゼロックス株式会社内
(72)発明者	越 裕 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士 ゼロックス株式会社内
(74)代理人	弁理士 石井 康夫 (外1名)

## (54)【発明の名称】画像符号化装置および画像復号装置

## (57)【要約】

【目的】符号化、復号時に必要な計算精度およびメモリを削減し、また、確率推定を緩和した、実現が容易な多値画像の符号化装置および復号装置を提供する。

【構成】画像分解部2は、画像入力部1からの画像データ11に対し、画素を表わすビット列を複数のパートに分解する。そして、分解された符号化対象画素の画素値と参照画素の画素値を分解画像データ12として画像解析部3へ送出する。画像解析部3は、分解された符号化対象画素の画素値を分解画素値データ13として符号語作成部5へ送出し、また、参照画素の画素値を状態データ14として確率推定部4へ送出する。確率推定部4は、状態データ14に対応する確率推定データ15を符号語作成部5へ送出する。符号語作成部5は、確率推定データ15と分解画素値データ13から、分解されたパートごとの符号語を作成し、符号データ16として符号出力部6へ送出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力された多値画像を複数の連続したビットプレーンの組に分解し複数の連続したビットプレーンの組からなる分解画像を作成する画像分解手段と、該画像分解手段により作成された分解画像の対象画素に対して符号化が行なわれた他の分解画像の周辺画素を参照する画像参照手段と、該画像参照手段の参照により対象画素の画素値が発生する確率である確率推定値を推定する確率推定手段と、前記画像分解手段により作成された分解画像に対して前記確率推定手段により推定された確率推定値を用いて符号化を行なう符号語作成手段を具備することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 2】 入力された多値画像を複数の連続したビットプレーンの組に分解し複数の連続したビットプレーンの組からなる分解画像を作成する画像分解手段と、該画像分解手段により作成された分解画像に対して所定の大きさのブロックに分割するブロック分割手段と、前記画像分解手段により作成された分解画像の対象画素に対して符号化が行なわれた他の分解画像の周辺画素を参照する画像参照手段と、該画像参照手段の参照により対象画素の画素値が発生する確率である確率推定値を推定する確率推定手段と、前記画像分解手段により作成された分解画像に対して前記確率推定手段により推定された確率推定値を用いて符号化を行なう符号語作成手段と、該符号語作成手段により符号化した符号の符号量を前記ブロック分割手段により分割されたブロックごとに算出する符号量算出手段と、該符号量算出手段により算出された符号量が予め定められた閾値を越えたとき前記ブロック分割手段により分割された画像に対してそれ以降の前記符号語作成手段による符号化を中止する制御手段を具備することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 3】 さらに、前記符号語作成手段により符号化した符号の符号量から対象とする画素の符号量の予測を行なう符号量予測手段を具備し、前記制御手段は、前記符号量予測手段により予測された符号量を用いて閾値を変更することを特徴とする請求項 2 に記載の画像符号化装置。

【請求項 4】 前記符号語作成手段は、前記画像分解手段において作成された分解画像の数に応じて複数あることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の画像符号化装置。

【請求項 5】 前記符号語作成手段は、隣接する分解画像の画素に対して他の符号語作成手段による符号化の結果を用いて符号化を行なうことを特徴とする請求項 4 に記載の画像符号化装置。

【請求項 6】 さらに、前記ブロック分割手段により分割されたブロックに対してそのブロック内の同一成分である分解画像を分離する同一成分分離手段を具備し、前記符号語作成手段は、前記同一成分分離手段により分離された同一成分を独立に符号化することを特徴とする請求

項 2 に記載の画像符号化装置。

【請求項 7】 入力された符号に対して対象画素の画素値が発生する確率である確率推定値を用いて復号を行なうことによって多値画像の複数の連続したビットプレーンの組に分解された分解画像を得る符号語解析手段と、該符号語解析手段によって得られた分解画像に対して復号が行なわれた他の分解画像の周辺画素を参照する画像参照手段と、該画像参照手段の参照により確率推定値を推定する確率推定手段と、前記符号語解析手段によって得られた分解画像を 1 つの画像に合成する画像合成手段を具備することを特徴とする画像復号装置。

【請求項 8】 入力された符号に対して対象画素の画素値が発生する確率である確率推定値を用いて復号を行なうことによって多値画像の複数の連続したビットプレーンの組に分解された分解画像を得る符号語解析手段と、該符号語解析手段によって得られた分解画像に対して復号が行なわれた他の分解画像の周辺画素を参照する画像参照手段と、前記画像参照手段の参照により確率推定値を推定する確率推定手段と、前記符号語解析手段によって得られた分解画像を 1 つの画像に合成する画像合成手段と、入力された符号の符号量を分割されているブロックごとに算出する符号量算出手段と、該符号量算出手段により算出された符号量が予め定められた閾値を越えたとき、ブロックに分割された画像に対するそれ以降の前記符号語解析手段による復号を中止する制御手段を具備することを特徴とする画像復号装置。

【請求項 9】 さらに、入力された符号から対象とする画素の符号量の予測を行なう符号量予測手段を具備し、前記制御手段は、前記符号量予測手段により予測された符号量を用いて前記閾値を変更することを特徴とする請求項 8 に記載の画像復号装置。

【請求項 10】 前記符号語解析手段は、復号された分解画像の数に応じて複数あることを特徴とする請求項 7 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の画像復号装置。

【請求項 11】 前記符号語解析手段は、隣接する分解画像の画素に対して、他の符号語解析手段による復号の結果を用いて復号を行なうことを特徴とする請求項 10 に記載の画像復号装置。

【請求項 12】 前記入力された符号は、分解画像におけるブロックごとの同一成分の符号語およびその他の符号語によりなり、前記符号語解析手段は、前記入力された符号から分解画像におけるブロックごとの同一成分を他の成分とは独立に復号し、さらに、前記符号語解析手段により復号された同一成分の分解画像とその他の成分の分解画像とを併合する画像併合手段を具備することを特徴とする請求項 8 に記載の画像復号装置。

【請求項 13】 さらに、前記画像合成手段で合成した画像内の画素に対してその画素値を量子化幅内で周辺の画素を用いて補正する画像処理を行なう画像処理手段を具備したことを特徴とする請求項 7 ないし 12 のいずれ

か 1 項に記載の画像復号装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像の符号化装置および復号装置に関するものであり、特に、多値の入力画像に対する可逆符号化／復号および非可逆符号化／復号に関するものである。

【0002】

【従来の技術】算術符号化はエントロピー符号化の一種で、定常な確率過程の下では、入力データが増加するにつれ符号化効率（以下、C／Rと略す）がエントロピーに漸近する高効率の符号化手法である。実際に算術符号化を使用している例としては、2値の可逆符号化の国際標準であるJBIG（Joint Bi-level Image Group）がある。このJBIGでは、算術符号化に参照画素を用いた状態分けを加えてC／Rの改善を図っている。このとき参照する1つないし複数からなる参照画素の画素値の組み合わせを、以下、コンテキストと呼ぶ。また、コンテキストと符号化対象画素の画素値の組み合わせを、以下、状態と呼ぶことにする。

【0003】一般に、算術符号化は2値データを扱う符号化手法として用いられる場合が多い。しかしながら現在では、画像処理技術の高度化に伴って、多値画像の符号化への要求が高まりつつある。これを受け、算術符号化に対しても多値画像への応用が望まれることは必然的であるといえる。

【0004】通常の算術符号化で多値画像を圧縮する際には、多値データから2値データへの変換作業が前処理として必要になる。このことは、例えば、安田浩編著、「マルチメディア符号化の国際標準」、丸善、p. 80等に記載されている。例えば、JBIG方式で多値画像を圧縮する際には、多値データをピット別にスライスして2値データとして取り込むピットプレーン手法等が考えられている。

【0005】しかし一方で、多値画像を圧縮するには画像データをピットプレーンに分けるよりも、多値のシンボルとして扱った方が効率が良いことが知られている。これらの事情を踏まえ、多値のデータをそのまま扱えるように算術符号化を拡張する方法が提案されている。例えば、上述の文献のp. 81にも記載されているところである。2値の算術符号化では、数直線を2つに分割していくことで符号を得る。これに対して多値化への拡張は、数直線の分割数を増やすことで簡単に対応することができる。

【0006】図3は、従来の多値の算術符号化手法を用いた符号化装置の一例を示す構成図である。図中、1は画像入力部、3は画像解析部、4は確率推定部、5は符号語作成部、6は符号出力部、11は画像データ、14は状態データ、15は確率推定データ、16は符号データ、17は画素値データである。なお、この図と、次に

示す図4は、「IBM Journal of Research and Development」、Vol. 32, No. 6, p. 754, 1988のFigure 1を参考に、用語等を適宜変更したものである。

【0007】符号化装置は、画像入力部1、画像解析部3、確率推定部4、符号語作成部5、符号出力部6より構成されている。画像入力部1は、外部から入力画像を受け取り、画像データ11として画像解析部3へ送出する。画像解析部3は、画像データ11を受け取り、符号化対象画素の画素値を画素値データ17として符号語作成部5へ送出する。また、周囲の画素を参照する場合は参照画素の画素値を状態データ14として確率推定部4へ送出する。確率推定部4は、状態データ14を受け取り、これに対応する確率推定データ15を符号語作成部5へ送出し、その後、内部に保持している確率推定データの更新を行なう。符号語作成部5は、確率推定データ15と画素値データ17より符号語を作成し、符号データ16として符号出力部6へ送出する。符号出力部6は、符号データ16を出力符号として外部へ出力する。

【0008】図4は、従来の多値の算術符号化手法を用いた復号装置の一例を示す構成図である。図中、21は符号入力部、22は符号語解析部、23は画像解析部、24は確率推定部、26は画像出力部、31は符号データ、33は状態データ、34は確率推定データ、36は画像データ、37は画素値データである。

【0009】符号入力部21は外部から入力符号を受け取り、符号データ31として符号語解析部22へ送出する。符号語解析部22は、確率推定部24から送出される確率推定データ34を用いて符号データ31を復号する。そして、その復号結果の画素値データ37を画像解析部23へ送出する。画像解析部23は画素値データ37から出力画像を作成し、画像データ36として画像出力部26へ送出する。また周囲の画素を参照する場合は、参照画素の画素値を状態データ33として確率推定部24へ送出する。画像出力部26は画像データ36を出力画像として外部に出力する。

【0010】以上の構成に基づいた動作について説明する。図5は、一般的な符号化装置における動作の一例を示すフローチャートである。まず、S41では画像入力部1において画像の入力を行なう。入力結果は画像データ11として、画像解析部3へ送出する。S42では、

画像解析部3において予め定められた参照画素の画素値を統合して、コンテキストを決定する。S43では、S42で決定したコンテキストに符号化対象画素の画素値を加えた状態データ14を確率推定部4へ送出する。そして、確率推定部4が状態データ14中のコンテキストのデータに基づいて確率推定データ15を生成して符号語作成部5へ送出する。S44では、算術符号化の手法を用いて、符号語作成部5が確率推定データ15および画素値データ17から符号データ16を作成する。S45

5では、符号出力部6において符号データ16を外部へ出力する。S46では、確率推定部4に蓄えられている確率推定データのうち、状態データ14に対応するデータを更新する。このとき必要があれば他の確率推定データの更新も行なう。S47では、入力されたすべての画像データ11を符号化したか否かを判定し、すべての画像データ11を符号化していれば処理を終了し、未処理のデータがあればS41へ戻り、未処理のデータについての符号化処理を行なう。

【0011】図6は、一般的な復号装置における動作の一例を示すフローチャートである。まず、S51では、符号入力部21において符号の入力を行なう。入力された符号は、符号データ31として符号語解析部22へ送出される。S52では、画像解析部23において予め定められた参照画素の画素値を、符号語解析部23から出力される画素値データ37から得て、それらを統合してコンテキストを決定する。S53では、S52で決定したコンテキストに符号化対象画素の予測値を加えた状態データ33を確率推定部4へ送出する。そして、確率推定部4が状態データ33中のコンテキストのデータに基づいて確率推定データ34を生成して符号語作成部5へ送出する。S54では、算術符号化の復号手法を用いて、符号語解析部22が状態データ34および符号データ31から画素値データ37を作成する。S55では、画像解析部23において画素値データ37を画像データ36として画像出力部26へ送出し、画像出力部26は画像データ36を出力画像として外部へ出力する。S57では、入力された全ての符号データ31を復号したか否かを判定し、すべての符号データ31を復号していれば処理を終了し、未処理のデータがあれあS51へ戻り、未処理のデータについての復号処理を行なう。

【0012】なお、図5および図6において、破線で囲った部分は、符号化処理および復号処理で共通の処理を示している。上述の動作の中で、S42およびS52のコンテキストの決定は、予め定められた参照画素を用いて行なう。このとき、参照画素が画像の性質に応じて適応的に変更されても構わない。

【0013】この多値の算術符号化手法には、いくつかの問題点が存在する。次にそのような問題点について述べる。第1の問題点として、高い計算精度が必要であるという点が挙げられる。これは、数直線の分割数が増えることに起因する。算術符号化で必要となる計算精度としては、通常の計算機ならば十分に足りる程度であるが、計算精度を低下させて高速化を図るときには大きな問題となる。

【0014】例えば、8bitの画像データを直接扱う場合、 $2^8 = 256$ 通りのデータが考えられるので、数直線を256に分割し、そのうちの1つを選択するという手続きが発生する。単純に計算すれば、2つに分割すれば済む1bitデータの場合に比較して、100倍程

度の精度が要求されることになる。

【0015】第2、第3の問題点は、多値の算術符号化において、2値の算術符号化に比較して状態数が激増することに起因する問題である。図7は、状態数の比較の説明図である。参照画素の使用は、C/Rを向上させる有効な手段であるが、参照画素が増えればそれだけ状態数の増加も激しい。例えば、JBIGでは参照画素を10個とし、さらに4つの状態に分割することにより、図7に示すように  $2^{10} = 4,096$  の状態数を使用している。しかし、8bit画像に対して同じことを行なうと状態数は約  $8 \times 10^6$  に達する。参照画素を2個としても、図7に示すように、状態数は約1700万となる。

【0016】状態数の増加に伴う具体的な問題点として、次の2点があげられる。

- ・状態数分の大容量メモリが必要
- ・各状態の出現確率の推定が困難

算術符号化手法では、各状態の発生確率に応じて数直線の分割を行なうため、それぞれの発生確率を記憶しておくメモリが必要となる。そのため、状態数が多いと、その状態数に応じた大容量のメモリが必要となる。また、入力データとなる画像データに比較して状態数が多すぎるために、各状態の出現確率の推定が困難となる。

【0017】状態数を削減することは、そのままC/Rを低下させることに直結する。しかし、ハードウェア等のシステム的な制限がある場合には、効率を低下させてでも状態数を削減したい場合がある。そのような多値算術符号の実現化に関する研究では、C/Rへの影響の小さい状態を省略して、少ない状態数に抑える方法が一般的である。このような操作を縮退と呼ぶ。

【0018】上述のメモリ容量の問題と出現確率の推定が困難であるという問題は、状態数の過多が原因であるから、状態数を抑えることができればこの両方の問題点を同時に解決することができる。そういった研究の例としては、例えば、電子情報通信学会研究報告、IE80-108、加藤、安田、「多値画像符号化における状態数縮退の一方式」等がある。しかし、状態を縮退するには、基本的には削除する状態を選択する処理が必要である。この文献に記載されているように、画像に応じて縮退方法のパラメータが決定される方法では、縮退処理の負荷が大きい。

【0019】また、例えば、昭和57年度電子通信学会通信部門全国大会、S3-8、今中、上野、瀬政、田部、「高階調画像の高能率符号化方式」では、固定的な縮退方式を用いている。このような固定的な縮退方式を用いた場合には、画像の性質に対して仮定を設けるため、C/Rの画像依存性が懸念される。

【0020】さらに、両者とも、縮退処理を行なうことにより、手法によって差があるものの、原理的にC/Rの低下は避けられないという問題がある。このC/Rの低下が避けられないという問題は、システム的な制限な

どの条件から許容せざるを得ないが、他の問題は、多値算術符号化の手法ではなく縮退処理それ自身が抱える問題に他ならない。また、前述の計算精度の問題は、縮退処理では解決することができない。

## 【0021】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、符号化および復号時に必要となる計算精度およびメモリを削減し、また、確率推定の困難さを緩和した、実現が容易な多値画像の符号化装置および復号装置を提供することを目的とするものである。

## 【0022】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、画像符号化装置において、入力された多値画像を複数の連続したビットプレーンの組に分解し複数の連続したビットプレーンの組からなる分解画像を作成する画像分解手段と、該画像分解手段により作成された分解画像の対象画素に対して符号化が行なわれた他の分解画像の周辺画素を参照する画像参照手段と、該画像参照手段の参照により対象画素の画素値が発生する確率である確率推定値を推定する確率推定手段と、前記画像分解手段により作成された分解画像に対して前記確率推定手段により推定された確率推定値を用いて符号化を行なう符号語作成手段を具備することを特徴とするものである。

【0023】請求項2に記載の発明は、画像符号化装置において、入力された多値画像を複数の連続したビットプレーンの組に分解し複数の連続したビットプレーンの組からなる分解画像を作成する画像分解手段と、該画像分解手段により作成された分解画像に対して所定の大きさのブロックに分割するブロック分割手段と、前記画像分解手段により作成された分解画像の対象画素に対して符号化が行なわれた他の分解画像の周辺画素を参照する画像参照手段と、該画像参照手段の参照により対象画素の画素値が発生する確率である確率推定値を推定する確率推定手段と、前記画像分解手段により作成された分解画像に対して前記確率推定手段により推定された確率推定値を用いて符号化を行なう符号語作成手段と、該符号語作成手段により符号化した符号の符号量を前記ブロック分割手段により分割されたブロックごとに算出する符号量算出手段と、該符号量算出手段により算出された符号量が予め定められた閾値を越えたとき前記ブロック分割手段により分割された画像に対してそれ以降の前記符号語作成手段による符号化を中止する制御手段を具備することを特徴とするものである。

【0024】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の画像符号化装置において、さらに、前記符号語作成手段により符号化した符号の符号量から対象とする画素の符号量の予測を行なう符号量予測手段を具備し、前記制御手段は、前記符号量予測手段により予測された符号量を用いて前記閾値を変更することを特徴とするものである。

【0025】請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれか1項に記載の画像符号化装置において、前記符号語作成手段は、前記画像分解手段において作成された分解画像の数に応じて複数あることを特徴とするものである。

【0026】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の画像符号化装置において、前記符号語作成手段は、隣接する分解画像の画素に対して他の符号語作成手段による符号化の結果を用いて符号化を行なうことを特徴とするものである。

【0027】請求項6に記載の発明は、請求項2に記載の画像符号化装置において、さらに、前記ブロック分割手段により分割されたブロックに対してそのブロック内の同一成分である分解画像を分離する同一成分分離手段を具備し、前記符号語作成手段は、前記同一成分分離手段により分離された同一成分を独立に符号化することを特徴とするものである。

【0028】請求項7に記載の発明は、画像復号装置において、入力された符号に対して対象画素の画素値が発生する確率である確率推定値を用いて復号を行なうことによつて多値画像の複数の連続したビットプレーンの組に分解された分解画像を得る符号語解析手段と、該符号語解析手段によって得られた分解画像に対して復号が行なわれた他の分解画像の周辺画素を参照する画像参照手段と、該画像参照手段の参照により確率推定値を推定する確率推定手段と、前記符号語解析手段によって得られた分解画像を1つの画像に合成する画像合成手段を具備することを特徴とするものである。

【0029】請求項8に記載の発明は、画像復号装置において、入力された符号に対して対象画素の画素値が発生する確率である確率推定値を用いて復号を行なうことによつて多値画像の複数の連続したビットプレーンの組に分解された分解画像を得る符号語解析手段と、該符号語解析手段によって得られた分解画像に対して復号が行なわれた他の分解画像の周辺画素を参照する画像参照手段と、前記画像参照手段の参照により確率推定値を推定する確率推定手段と、前記符号語解析手段によって得られた分解画像を1つの画像に合成する画像合成手段と、入力された符号の符号量を分割されているブロックごとに算出する符号量算出手段と、該符号量算出手段により算出された符号量が予め定められた閾値を越えたとき、ブロックに分割された画像に対するそれ以降の前記符号語解析手段による復号を中止する制御手段を具備することを特徴とするものである。

【0030】請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の画像復号装置において、さらに、入力された符号から対象とする画素の符号量の予測を行なう符号量予測手段を具備し、前記制御手段は、前記符号量予測手段により予測された符号量を用いて前記閾値を変更することを特徴とするものである。

【0031】請求項10に記載の発明は、請求項7ないし9のいずれか1項に記載の画像復号装置において、前記符号語解析手段は、復号された分解画像の数に応じて複数あることを特徴とするものである。

【0032】請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の画像復号装置において、前記符号語解析手段は、隣接する分解画像の画素に対して、他の符号語解析手段による復号の結果を用いて復号を行なうことを特徴とするものである。

【0033】請求項12に記載の発明は、請求項8に記載の画像復号装置において、前記入力された符号は、分解画像におけるブロックごとの同一成分の符号語および他の符号語によりなり、前記符号語解析手段は、前記入力された符号から分解画像におけるブロックごとの同一成分を他の成分とは独立に復号し、さらに、前記符号語解析手段により復号された同一成分の分解画像とその他の成分の分解画像とを併合する画像併合手段を具備することを特徴とするものである。

【0034】請求項13に記載の発明は、請求項7ないし12のいずれか1項に記載の画像復号装置において、さらに、前記画像合成手段で合成した画像内の画素に対してその画素値を量子化幅内で周辺の画素を用いて補正する画像処理を行なう画像処理手段を具備したことを特徴とするものである。

【0035】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の画像符号化装置の第1の実施の形態を示すブロック図である。図中、図3と同様の部分には同じ符号を付して説明を省略する。2は画像分解部、12は分解画像データ、13は分解画素値データである。画像入力部1は、外部から入力画像を受け取り、画像データ11として画像分解部2へ送出する。画像分解部2は、画像入力部1から入力された画像データ11に対し、予め定められた方法で画像を分解する。そして、符号化対象画素と参照画素のそれぞれについて、分解された画素値を分解画像データ12として画像解析部3へ送出する。

【0036】ここでいう「分解」とは、画像をいくつかのビットプレーンの組に分けることを指す。図8は、画像の分解の説明図である。例えば、図8(A)に示すような1画素が8bitで構成される画像の場合、図8(B)に示すように各ビットごとに分割する場合を、通常、ビットプレーン分割と呼んでいる。この発明における「分解」は、この概念を拡張したものであり、ビットプレーン分割は「分解」の特殊な例である。「分解」の例としては、図8(C)に示すように、上下4bitづつの2組に分解したり、図8(D)に示すように、上位から3bitづつ2組と、残り2bitを1bitづつ2組の合計4組に分解するとかいった例が挙げられる。もちろん、他の分解方法であってもよい。以下、分解された各部分を上位ビットから順に第0パート、第1パート

ト、第2パート・・・と呼ぶことにする。

【0037】上述の分解の手法は、符号化対象画素と参照画素で異なっていても構わない。例えば、符号化対象画素は第4～6bitを符号化するが、参照画素は第0～6bitを参照するといった手法が考えられる。さらに、参照画素内でもその位置によって分解手法が異なっていてもよい。

【0038】画像解析部3は、画像分解部2で分解された分解画像データ12を受け取り、分解画像データ12

10 中の符号化対象画素の画素値を分解画素値データ13として符号語作成部5へ送出する。また、周囲の画素を参照する場合は、分解画像データ12中の参照画素の画素値を状態データ14として確率推定部4へ送出する。確率推定部4は、状態データ14を受け取り、これに対応する確率推定データ15を符号語作成部5へ送出し、その後、内部に保持している確率推定データの更新を行なう。符号語作成部5は、確率推定データ15と分解画素値データ13より符号語を作成し、符号データ16として符号出力部6へ送出する。符号出力部6は、符号データ16を出力符号として外部へ出力する。

【0039】図2は、本発明の画像復号装置の第1の実施の形態を示すブロック図である。図中、図4と同様の部分には同じ符号を付して説明を省略する。25は画像合成部、32は分解画素値データ、35は分解画像データである。

【0040】符号入力部21は外部から入力符号を受け取り、符号データ31として符号語解析部22へ送出する。入力符号は、図1に示す画像符号化装置によって、分解画像ごとに符号化された符号である。符号語解析部30 22は、確率推定部24から送出される確率推定データ34を用いて、符号データ31を復号する。そして、その復号結果の分解画素値データ32を画像解析部23へ送出する。画像解析部23は、分解画素値データ32から各分解画像を作成し、分解画像データ35として画像合成部25へ送出する。この分解画像データ35は、図1に示した画像符号化装置における分解画像データ12と異なり、参照画素の画素値を含む必要がない。周囲の画素を参照する場合、参照画素の画素値は、状態データ33として確率推定部24へ送出される。画像合成部240 5は、分解画像データ35を予め定められた方法で合成し、画像データ36として画像出力部26へ送出する。このとき、画像合成部25で用いる合成方法と、図1に示した画像符号化装置における分解方法とは対応していなければならない。画像出力部26は、画像データ36を出力画像として外部に出力する。

【0041】次に、本発明の画像符号化装置および画像復号装置の動作の一例について説明する。本発明の画像符号化装置および画像復号装置の全体的な動作は、従来の画像符号化装置および画像復号装置とほぼ同様であり、図5および図6に示した通りである。ただし、本発

明の画像符号化装置では、図 5 の S 4 1 の処理が異なる。また、本発明の画像復号装置では、図 6 の S 5 5 の処理が異なる。

【0042】図 9 は、本発明の画像符号化装置の第 1 の実施の形態における画像データの入力処理の動作の一例を示すフローチャートである。図 9 に示した処理は、本発明の画像符号化装置において、図 5 の S 4 1 で行なわれる処理の一例を示している。

【0043】S 6 1 では、ある画素について全パート符号化したか否かの判断を行なう。全パートの符号化が終了したときは、S 6 2 で画像入力部 1 から画像分解部 2 へ画像データ 1 1 の入力を行なう。この処理は画素単位で行なう。そして、S 6 3 でパラメータ i に 0 を代入する。S 6 1 で全パートの符号化が終了していないときは、S 6 4 でパラメータ i に 1 を加える。S 6 5 では、画像分解部 2 において予め定められた方法で画像データ 1 1 を分解し、第 i パートだけを取り出す。そして、符号化処理画素の第 i パートについて、図 5 の S 4 2 ~ S 4 6 の処理を行なう。画像データが終了するまでは、S 4 1 へ戻ってくるので、再び図 9 に示す処理が実行される。このようにして反復して実行されることにより、ある画素について各パートが順に取り出されて符号化される。そして、このようなパートごとの符号化がすべての画素について行なわれることになる。

【0044】図 1 0 は、本発明の画像復号装置の第 1 の実施の形態における画像データの出力処理の動作の一例を示すフローチャートである。図 1 0 に示した処理は、本発明の画像復号装置において、図 6 の S 5 5 で行なわれる処理の一例を示している。上述のように、画像符号化装置においては、各画素、各パートごとに符号化されている。そのため、図 6 の S 5 1 で入力される符号データは、ある画素のあるパートの符号である。S 5 2 ~ S 5 4 において、この符号が復号され、ある画素のあるパートの値が決定される。ここでは、ある画素の第 i パートの値が決定され、分解画像データ 3 5 として画像合成部 2 5 に送出されたものとする。

【0045】図 1 0 の S 7 1 では、画像合成部 2 5 において、予め定められた方法で分解画像データ 3 5 を第 i パートとして合成する。S 7 2 では、処理中の画素について全パート復号したか否かの判断を行なう。全パートの復号が終了していれば、S 7 3 で画像合成部 2 5 において合成した画像データ 1 1 を画像出力部 2 6 へ出し、外部への出力を行なう。そして、S 7 4 でパラメータ i に 0 を代入する。S 7 2 で全パートの復号が終了していなければ、S 7 5 でパラメータ i に 1 を加える。

【0046】図 6 の S 5 6 で確率推定部 2 4 における確率分布の更新を行なった後、S 5 7 で符号データが終了したか否かを判断し、未処理の符号データが存在する場合には、S 5 1 へ戻って次の符号データについての処理を行なう。次の符号データは、ある画素の第 i + 1 パー

トあるいは次の画素の第 0 パートである。このようにして、各パートごとに復号され、合成されてゆく。このような合成処理がすべての画素について行なわれることになる。そして、全ての画素の全てのパートの合成が終了した時点で、このアルゴリズムは終了する。

【0047】各画素の各パートの符号化および復号の処理の進め方としては、大きく分けて次の 2 通りの方法が考えられる。

1) 同一画素の全てのパートを完了してから次の画素に移る

2) 同一パートの全画素を完了してから次のパートに移る

上述の説明では 1) の場合について説明したが、実際にはどちらの方法でも構わない。1) の方法では、画像データの入力が容易であるが、他のパートの画素を参照する場合には既に処理した画素に対してしか行なえない。2) の方法では、既に処理した他パートの画素値も参照できるが、画像データを複数回入力する必要があり、画像メモリを備えたり、画像データを入力を複数回行なう、あるいは処理順序を工夫する等の対策をとる必要が生じる。従って、1) と 2) の方法は目的や装置構成によって使い分けなければならない。さらに、この 2 つの方法の他にも、画像をブロックに分け、画素単位でなくブロック単位で処理を行なうとか、いくつかのパートをひとまとめに処理するとかいった方法でもよい。また、ある順序に従って、異なる画素の異なるパートを順に処理するように構成してもよい。

【0048】図 1 1 は、本発明の画像符号化装置の第 2 の実施の形態におけるブロック図である。図中、図 1 と同様の部分には同じ符号を付して説明を省略する。7 は 3 bit 画像符号語作成部、8 は 1 bit 画像符号語作成部である。この実施の形態では、上述の第 1 の実施の形態の具体例として、図 8 (D) に示すような分解を行なう場合の構成を示している。この第 2 の実施の形態の構成は、基本的には第 1 の実施の形態と同様であり、2 種類の符号語作成部を使い分けている点で相違するのみである。

【0049】3 bit 画像符号語作成部 7 は、3 bit データを符号化できるように設計された符号語作成部である。1 bit 画像符号語作成部 8 も同様に、1 bit データを符号化できるように設計された符号語作成部である。

【0050】画像分解部 2 は、図 8 (D) に示したような画像の分解を行ない、第 0 および第 1 パートの 3 bit ずつのデータは、画像解析部 3 を介して 3 bit 画像符号語作成部 7 へ送られ、第 2 および第 3 パートの 1 bit ずつのデータは、画像解析部 3 を介して 1 bit 画像符号語作成部 8 へ送られる。このとき、分解画像データ 1 2 に含まれる参照画素の画素値データは、3 bit あるいは 1 bit に制限される必要はない。参照画素の

取り方については後述する。

【0051】図11に示した構成において、画像解析部3および確率推定部4を、3bit画像符号語作成部7と1bit画像符号語作成部8のそれぞれに設けているが、これに限らず、1つの画像解析部3と1つの確率推定部4を設け、分解画素値データ13、確率推定データ15をそれぞれ3bit画像符号語作成部7と1bit画像符号語作成部8に振り分けて送出するように構成してもよい。

【0052】この画像符号化装置の第2の実施の形態における動作は、上述の第1の実施の形態と同様である。ただし、各画素の第0および第1パートは3bit画像符号語作成部7で符号化処理し、第2および第3パートは1bit画像符号語作成部8で符号化処理する。

【0053】3bit画像符号語作成部7と1bit画像符号語作成部8は独立して動作可能である。そのため、3bitのデータで構成される第0パートまたは第1パートと、1bitのデータで構成される第2パートまたは第3パートとは並列処理が可能である。画像分解部2が送出する分解画像データ12に含まれる参照画素の画素値データを制御し、また、符号出力部6が3bit画像符号語作成部7と1bit画像符号語作成部8から出力される符号データ16を、予め決められている符号送出順序に応じて並べ替えればよい。

【0054】図12は、本発明の画像復号装置の第2の実施の形態におけるブロック図である。図中、図2と同様の部分には同じ符号を付して説明を省略する。27は3bit画像符号語解析部、28は1bit画像符号語解析部、38は参照画素データ、39は制御データである。この実施の形態では、上述の図11に示した画像符号化装置によって送出される符号を復号する画像復号装置を示しており、上述の画像符号化装置の第2の実施の形態と同様に、図8(D)に示すように分解され、符号化された符号を復号する構成を示している。

【0055】3bit画像符号語解析部27は、符号化された3bitデータを復号できる機能を有する符号語解析部である。同様に、1bit画像符号語解析部28は、符号化された1bitデータを復号できる機能を有する符号語解析部である。また、3bit画像符号語解析部27、1bit画像符号語解析部28は、符号入力部21から同時に同じ符号データ31を受け取る。このとき、制御データ39を通じて通信を行ない、どちらの解析部で復号すべきかを決定する。例えば、同一画素の全てのパートを完了してから次の画素に移るような処理順序の場合、3bit画像符号語解析部27が2パート復号したら1bit画像符号語解析部28が2パート復号するというように予め順序を決めておき、制御データ39で制御し合う。

【0056】また、この実施の形態では、画像合成部25は、3bit画像符号語解析部27および1bit画像

像符号語解析部28からそれぞれ画像解析部23を介して出力される分解画像データ35を合成する。そして、合成した画像データ36を画像出力部26に送出するとともに、既に合成した画像データから参照画素の画素値を参照画素データ38として画像解析部3へ送出する。画像解析部3は、この参照画素データ38によって、他プレーンの参照を行なうことができ、状態データ33として確率推定部24へ送出する。

【0057】図12に示した構成において、3bit画像符号語解析部27と1bit画像符号語解析部28は互いに制御データ39で通信を行なって動作を制御しているが、これに限らず、符号入力部21との間で通信を行ない、同様の制御を行なうように構成してもよい。

【0058】また、画像解析部23および確率推定部24を、3bit画像符号語解析部27と1bit画像符号語解析部28のそれぞれに設けているが、これに限らず、1つの画像解析部23と1つの確率推定部24を設け、3bit画像符号語作成部7と1bit画像符号語作成部8にそれぞれ確率推定データ34を送出するように構成してもよい。

【0059】この画像復号装置の第2の実施の形態における動作は、上述の第1の実施の形態と同様である。ただし、各画素の第0および第1パートの符号は3bit画像符号語解析部27で復号処理し、第2および第3パートの符号は1bit画像符号語解析部28で復号処理する。また、参照画素は、該当のパートだけではなく、他のパートの値をも参照することができる。

【0060】3bit画像符号語解析部27と1bit画像符号語解析部28は独立して動作可能である。そのため、第0パートまたは第1パートの符号に対する復号処理と、第2パートまたは第3パートの符号に対する復号処理とは並列的に実行可能である。符号入力部21において複数の符号を入力して3bit画像符号語解析部27と1bit画像符号語解析部28に振り分け、また、画像合成部25が3bit画像符号語解析部27と1bit画像符号語解析部28から画像解析部23を介して出力される分解画像データ35を、各パートに応じて合成すればよい。

【0061】上述の画像符号化装置および画像復号装置の第2の実施の形態では、図8(D)に示す分解を行なう場合を示したが、この例では分解されるビット数が3bitと1bitであることから、3bit画像符号語作成部7と1bit画像符号語作成部8、および、3bit画像符号語解析部27と1bit画像符号語解析部28を用いた。分解されるビット数が変われば、それに応じて必要とする符号語作成部および符号語解析部を設けることになる。例えば、4bit、2bit、1bit、1bitに分解するのであれば、4bit画像符号語作成部と2bit画像符号語作成部と1bit画像符号語作成部、および、4bit画像符号語解析部と2b

*int* 画像符号語解析部と *1bit* 画像符号語解析部を設ければよい。ただし、この場合には、符号語作成部および符号語解析部の個数が多くなり、回路規模およびコストの面で不利である。また、図 8 (A) に示すように 4 *bit* ずつ 2 つのパートに分解したり、あるいは 2 *bit* ずつ 4 つのパートに分解した場合には、上述の第 1 の実施の形態で示したように、1 つの符号語作成部および 1 つの符号語解析部のみでよい。しかし、第 3 の実施の形態として後述するように、符号化および復号化処理を途中で打ち切る場合には、下位ビットに近いパートのビット数は少ない方がよい。これらの条件を勘案し、分解の手法を決定して、符号語作成部および符号語解析部を設ければよい。

【0062】図 13 は、本発明の画像符号化装置および画像復号装置の第 2 の実施の形態における参照画素の取り方の一例の説明図、図 14 は、同じく処理順序の一例の説明図である。図 13 に示した参照画素の取り方の例では、他のパートの参照も行なう。同一画素の全てのパートを完了してから次の画素に移る方式によって符号化および復号処理を行なう場合には、復号時に未知の画素値を参照することはできないので、対象画素より後の画素を参照することはできない。しかし、同一パートの全画素を完了してから次のパートに移る方式では、対象画素より後の画素であっても、既に処理の完了しているパートを参照することが可能であり、C/R を向上させることができる。しかし、この場合には、処理の完了しているパートをすべてメモリに保持しておく必要がある。このように、同一画素の全てのパートを完了してから次の画素に移る方式、および、同一パートの全画素を完了してから次のパートに移る方式ともに得失があるが、処理順序を工夫することによって、両者の利点を活かすことができる。

【0063】図 13 に示した参照画素の取り方では、図 14 に示すような処理順序によって処理を行なうことを前提とし、既に処理済みのパートのみを参照するように構成している。図 13 では、各矩形が画素である。参照するビット数を 12 とし、参照する各画素のビット位置を矩形中に示している。参照するビットは、なるべく関係の深い画素に多くの参照ビットを配置するほうがよい。対象画素は中心のハッチングを施した画素である。符号化および復号の処理は、行方向に左から右へ対象画素を変更しながら行ない、右端の画素の処理が終了すると、次の行の左端の画素を対象画素として処理を行なうものとする。

【0064】図 14 を用いて、処理順序を説明する。図 14 では、図 13 における縦 1 列の画素を示しており、横方向には、各画素のビット列を示している。数字および矢線によって処理順序を示している。ここでは、同一パートの 1 つのラインの画素の処理を完了してから次のパートの処理に移るものとする。

【0065】まず、第 0 ラインの第 0 パートを処理し、続いて同じラインの第 1 パートを処理する。次に、第 1 ラインの第 0 パートを処理し、続いて、同じ第 1 ラインの第 1 パートを処理する。その後、第 0 ラインに戻り、第 2 パートを処理する。以後、第 2 ラインの第 0 パート、第 1 パート、第 1 ラインの第 2 パート、第 0 ラインの第 3 パート・・・の順に処理する。

【0066】例えば、第 1 ラインの第 0 パートを処理する際には、第 0 ラインの第 0 および第 1 パートが処理済みである。また、第 1 ラインの対象画素の前までの第 0 パートも処理済みである。そのため、これらのパートが参照可能であることから、図 13 (A) に示すように、直前のラインの 3 画素の第 0 パートと、直前の画素の第 0 パートを参照するように設定することができる。また、第 1 ラインの第 1 パートを処理する際には、第 0 ラインの第 0 および第 1 パート、および、第 1 ラインの第 0 パートが処理済みである。また、第 1 ラインの対象画素の前までの第 1 パートも処理済みである。そのため、これらのパートが参照可能であることから、図 13

(B) に示すように、直前のラインの 3 画素について、直上の画素の第 1 パートと、斜め上の画素の第 5 ビット、および、直前の画素の第 0 および第 1 パート、直後の画素の第 0 パート中の第 2 ビットを参照するように設定することができる。図 13 (C), (D) についても同様であり、それぞれ 12 bit の参照ビットを配置している。

【0067】図 14 に示したような処理順序によって処理を行ない、図 13 に示したように参照画素を配置すると、作業用の画像メモリは最小で 3 ライン分あればよい。このような手法を主走査方向 (ライン方向) にも行なえば、さらに画像メモリを節約できる。このように、少ない画像メモリで他のパートのビットをも参照することができる。

【0068】図 13 に示す参照画素の取り方の一例では、参照画素を 12 bit とした。このときの状態数は最大で  $2^{12} = 4096$  個である。図 7 に示したように、8 bit の多値算術符号化では状態数は約 1700 万に達するのと比較すると、大幅に状態数が削減できていることがわかる。また、8 bit の多値算術符号化と同様に直上および直前の 2 つの画素の 16 bit を参照画素として取ったとしても、図 8 (C) に示すように 4 bit ずつにデータを分解することにより、8 bit のままで多値算術符号化を行なう場合に比べ、1/16 に状態数を減らすことができる。このように、第 1, 第 2 の実施の形態によれば、状態数削減とそれに伴う諸問題を解決することができることは明らかである。

【0069】上述の第 1 および第 2 の実施の形態において、各パートごとに符号語作成部、符号語解析部を配置し、これらを並列動作させることも可能である。このような構成において、例えば、図 13 に示したような参照

画素の取り方を採用し、図14に示すような順序で処理を行なうと、すべての符号語作成部、符号語解析部を並列的に動作させることができるとなる。図15は、第jラインの各パートの符号化および復号に必要なパートの説明図である。第jラインにおいて図13に示したような参照画素の取り方を行なうには、図15に示すように、第(j-1)ライン～第(j+1)ラインの各パートが必要である。具体的には、第jラインの第0パートの処理には第(j-1)ラインの第0パートが、第jラインの第1パートの処理には第(j-1)ラインの第1パートと第jラインの第0パートが、第jラインの第2パートの処理には第(j-1)ラインの第1および第2パートと第jラインの第1パートと第(j+1)ラインの第1パートが、第jラインの第3パートの処理には第(j-1)ラインの第1ないし第3パートと第jラインの第1および第2パートと第(j+1)ラインの第2パートが、それぞれ必要である。さらに、第jラインの現在処理中のパートの処理済みの画素も必要である。このように、異なるパートの画素を参照する場合、単純に各パートを独立に並列化することはできない。

【0070】図16は、本発明の画像符号化装置の第2の実施の形態の変形例を示す要部説明図である。図中、81は第0パート符号化部、82は第1パート符号化部、83は第2パート符号化部、84は第3パート符号化部である。第0パート符号化部81および第1パート符号化部82は、図11における画像解析部3、確率推定部4および3bit画像符号作成部7を含んでいる。また、第2パート符号化部82および第3パート符号化部83は、図11における画像解析部3、確率推定部4および1bit画像符号作成部8を含んでいる。

【0071】簡単のため各パートの処理は同一時間で処理されるものと仮定する。図15から、例えば、第jラインの第2パートを符号化する際には、第1パートは第(j+1)ラインまで符号化が終了してなければならないことがわかる。従って第2パートの処理は、第1パートの処理から2ライン遅らせば、第1パートの処理と同時に処理することができる。同様に、第jラインの第1パートは第0パートの処理から1ライン遅らせればよく、また、第jラインの第3パートは第2パートの処理から2ライン遅らせばよい。このことに基づき、各パート符号化部に各ラインのデータを入力するタイミングを、図16に示すようにずらすことによって、各パート符号化部は並列的に動作する。なお、復号についても全く同様に行なうことができる。このように、各パートごとに符号化部を設けることによって、異なるパートを参照する場合でも並列的に動作させることができ、回路規模は大きくなるが、高速に符号化および復号の処理を行なうことができる。

【0072】図17は、本発明の画像符号化装置の第3の実施の形態を示すブロック図である。図中、図1およ

び図11と同様の部分には同じ符号を付して説明を省略する。91は4bit算術符号化部、92は1bit算術符号化部、93は符号量算出部、94は制御部、95は符号量データ、96は総符号量データ、97は制御データである。この実施の形態では、本発明を非可逆符号化に適用した点に特徴を有する。この実施の形態においては、分解を第0パートが4bitで第1～第4パートが1bitとした場合について述べる。

【0073】1bit算術符号化部92は、上述の図11における画像解析部3、確率推定部4および1bit画像符号語作成部8を含むものであり、符号化手法として算術符号化を用いている。4bit算術符号化部91は、1bit算術符号化部92と同様の構成を有しており、1bit画像符号語作成部8を4bitデータが扱えるように変更し、符号化手法として算術符号化を用いるものである。4bit算術符号化部91および1bit算術符号化部92は、制御部94から送出される制御データ97の命令により処理を行ない、処理した符号を符号データ16として符号出力部6に送出するとともに、符号量を符号量データ95として符号量算出部93へ送出する。

【0074】符号量算出部93は、4bit算術符号化部91および1bit算術符号化部92から送出される符号量データ95をもとに、現在処理中の画像に対応する符号量の総和を計算する。そして、その結果を総符号量データ96として制御部94へ送出する。制御部94は、総符号量データ96をもとに、制御データ97を通して各部の制御を行なう。

【0075】次に、本発明の画像符号化装置の第3の実施の形態における動作の一例について説明する。この実施の形態における全体的な動作は、ほぼ図5に示した通りである。ただし、この実施の形態では、図5のS41の処理が異なる。この図5のS41の処理を図18に示す。図18は、本発明の画像符号化装置の第3の実施の形態における画像データの入力処理の動作の一例を示すフローチャートである。図18に示す処理のうち、S61～S65の処理は図9に示した処理と同様である。

【0076】S61において全パートの符号化を行なったか否かを判定し、全パートの符号化を行なった場合には、S62で画像データを入力し、パートの番号を示す変数iを0にして、S65で第0パートを分解する。また、S61において未処理のパートが存在する場合には、S66に進む。

【0077】S66では、制御部94において、符号量算出部93から送出された総符号量データ96が予め設定された閾値より多いか否かを判断する。総符号量が閾値を越えていれば、それ以降のパートについての処理を打ち切り、S62へ進み、新たな画像を処理する。そうでなければS64へ進み、S64で変数iに1だけ加算し、S65で処理中の画像の次のパートを分解して、符

号化を続行する。

【0078】図19は、本発明の画像復号装置の第3の実施の形態を示すブロック図である。図中、図2および図12と同様の部分には同じ符号を付して説明を省略する。101は4bit算術復号部、102は1bit算術復号部、103は符号量算出部、104は制御部、105は画像処理部、106は符号量データ、107は総符号量データ、108は制御データ、109は量子化幅データ、110は復号画像データ、111は処理画像データである。この実施の形態では、本発明を非可逆の復号処理に適用した点と、復号時に画像処理を行なっている点に特徴を有している。この実施の形態においても、上述の画像符号化装置の第3の実施の形態と同様、分解を第0パートが4bitで第1～第4パートが1bitとした場合について述べる。

【0079】1bit算術復号部102は、上述の図2における画像解析部23、確率推定部24および1bit画像符号語解析部28を含むものであり、符号化手法として算術符号化を用いている。4bit算術復号部101は、1bit算術復号部102と同様の構成を有しており、1bit画像符号語解析部28を4bitデータが扱えるように変更し、符号化手法として算術符号化を用いるものである。4bit算術復号部101および1bit算術復号部102は、制御部104から送出される制御データ108の命令により処理を行ない、処理した符号を分解画像データ35として画像合成部25に送出するとともに、符号量を符号量データ106として符号量算出部103へ送出する。

【0080】符号量算出部103は、4bit算術復号部101および1bit算術復号部102から送出される符号量データ106をもとに、現在処理中の画像に対応する符号量の総和を計算する。そして、その結果を総符号量データ107として制御部104へ送出する。制御部104は、総符号量データ107をもとに、制御データ108を通して各部の制御を行なう。また、復号画像の誤差範囲を量子化幅データ109として画像処理部105へ送出する。

【0081】画像合成部25は、制御部104からの制御信号108による命令に従い、復号画像データ110を画像処理部105へ送出する。ここで、全てのパートが揃わぬうちにに出力命令を発するように符号化しておけば、復号画像と原画像が一致しない非可逆符号化を実現することができる。本実施の形態ではこの出力命令の発行を符号量と閾値との比較によって行なう。

【0082】画像処理部105は、量子化幅データ109を用いて、各画素値に対してそれぞれが持つ誤差範囲を越えないような画像処理を行なう。画像出力部26は、画像処理部105から送出される処理画像データ111を出力する。

【0083】次に、本発明の画像復号装置の第3の実施

の形態における動作の一例について説明する。この実施の形態における全体的な動作は、ほぼ図6に示した通りである。ただし、この実施の形態では、図6のS55の処理が異なる。この図6のS55の処理を図20に示す。図20は、本発明の画像復号装置の第3の実施の形態における画像データの出力処理の動作の一例を示すフローチャートである。図20に示す処理のうち、S71～S75の処理は図10に示した処理と同様である。

【0084】S71で第iパートを合成し、S72で全10パートの復号を行なったか否かを判定する。未処理のパートが残っている場合には、S76に進み、制御部104において、符号量算出部103から送出された総符号量データ107が予め設定された閾値より多いか否かを判断する。総符号量がしきい値を越えていなければ、S75へ進み、変数iに1だけ加え、次のパートの処理を行なうべく、処理中の画像の復号を続行する。S76において総符号量が閾値を越えている場合、それ以降のパートの復号処理を打ち切る。そして、S77へ進み、画像処理を行ない、S73で画像を出力する。S74で変数iを0にして、新たな画像についての処理を行なう。S72において全パート復号したと判定された場合もS77へ進み、S77で画像処理を行ない、S73で画像を出力し、S74で変数iを0にして新たな画像についての処理を行なう。

【0085】上述の画像符号化装置および画像復号装置の第3の実施の形態によれば、可逆符号化の手法である算術符号化を用いながら、非可逆符号化を実現している。以下、このことについて説明する。図18に示したように、符号化処理においてはS66において、画像の処理単位ごとの符号量を概ね一定とする制御を実現している。同様に、図20に示したように、復号処理においてはS76で画像の処理単位ごとの符号量を概ね一定とする制御を実現している。このとき、符号化および復号処理は、途中で打ち切られることがあるため、画像入力部1から送出される入力画像（画像データ111）と、画像出力部26からの出力画像（処理画像データ111）は必ずしも一致しない。このとき、符号化および復号処理を打ち切らない可逆符号化と比較して符号量が少なくなっていること、非可逆符号化が実現できている。

【0086】このとき、画像符号化装置と画像復号装置は同じ符号データを処理するから、閾値を統一しておけば、符号に余計な情報を付与せずに復号することができる。また、打ち切られるパートは、符号化装置側でも確認できるから、符号化装置側で復号画像の劣化具合を再現することが可能である。

【0087】ところで以上の処理を画素単位に行なうと、たまたま符号が出力された画素とそうでない画素とで符号量のばらつきが生じる。打ち切り処理は符号量に応じて行なうので、このばらつきは画質的に好ましくない。ばらつきをなくすためには、例えば、算術符号化部

の内部状態から小数の単位で符号量を算出することも可能である。つまり、算術符号化では入力の度にオージェンドと呼ばれる変数を更新し、その値がある条件を満たしたときに符号を出力する。このオージェンドの値から小数単位の符号量が定義できるのである。しかし、ここでは処理負荷を軽くするために、画像をブロック単位に扱うことを考える。すなわち、前述の画像の処理単位を例えば $8 \times 8$ のブロックとする。ブロック単位処理への変更に伴う構成の変更は図17および図19の構成から容易に対応が可能であるので、ここでは詳述しない。これによりブロック毎に打ち切り処理を行なうので、平均的に見れば画素毎の符号量のばらつきを吸収することができる。結果として定性的には、情報の多いブロックは粗く、情報の少ないブロックは細かく量子化するような非可逆符号化を実現できる。もちろん、この際に前述のように小数単位で符号量を評価してもかまわない。

【0088】また、閾値を変更することにより、最終的な画像全体の符号量を制御することが可能となる。例えば、ブロックごとに処理を行なう場合、設定されている最大総符号量を総ブロック数で割ることにより、各ブロックごとの割り当て符号量が算出できるので、これを閾値として用いることができる。

【0089】また、この閾値は処理途中の符号量の閾数でもよい。例えば、一部のパートの処理が終わった段階で画像全体の符号量が目標符号量より余裕があるような場合、閾値を上げるような閾数が考えられる。これによ

$$(総符号量) = \left( (\text{閾値}) + \frac{CL_i}{2} \right) \times (\text{ブロック数}) \quad (3)$$

この総符号量が目標符号量になるように閾値を設定すればよいのだから、結局、

【数4】

$$(\text{閾値}) = \frac{(総符号量)}{(\text{ブロック数})} - \frac{CL_i}{2} \quad (4)$$

という式を得る。ここで $CL_i$ は未知数なので次の式で予測する。

【数5】

$$CL_i = CL_{i-1} \times 2 - CL_{i-2} \quad (5)$$

ここでは $CL_i$ を以前に処理したパートの符号量 $CL_{i-1}$ 、 $CL_{i-2}$ から線形に予測している。(5)の予測式はもっと多次の予測式を用いてもよい。またここでは簡単のためすべてのパートが同一 $bit$ 数の場合について述べているが、異なる $bit$ 数の場合にも同様に考えることができる。

【0091】第iパート以前に処理が終了しているブロックについてはそのブロックを除外して計算してよい。こうすることで符号量の制御精度を向上することができる。また、計算した閾値と予測した $CL_i$ から、第iパートの処理では閾値を越えないと推定されるブロックが存在することがある。このようなブロックを除外して計

り、全体の符号量は目標符号量より少ないままで、打ち切られる画像データを減少させて符号化することができる。

【0090】閾値を制御する処理の一例を具体的に述べる。もっとも単純な閾値は次の式で求められる。

【数1】

$$(\text{閾値}) = \frac{(\text{目標符号量})}{(\text{ブロック数})} \quad (1)$$

10 この値を閾値としてもよいが、各ブロックは閾値を越えたところで処理を終了するので、符号量の総和は目標符号量を上回ることになる。そこで、この上回る分を予測する。いま、第iパートで閾値を越えるブロックの符号量と閾値との差分を考える。理想的にはこの差分の統計は、1bitから第iパートのブロックあたりの平均符号量までの一様分布になると考えられる。従って、第iパートで閾値を越えるブロックの符号量は次の式で近似できる。

【数2】

20  $(\text{ブロック符号量}) = (\text{閾値}) + \frac{CL_i}{2} \quad (2)$

ここで、 $CL_i$ は第iパートにおけるブロックあたりの平均符号量である。これより総符号量は次のようになる。

【数3】

30 算し直すループ処理を用いることで、符号量の制御精度をさらに向上することができる。

【0092】次に、図19に示した画像復号装置の画像処理部105による画像処理について説明する。非可逆符号化の問題点の1つは、いかに復号画像の劣化を抑えるかということにある。これを解決するために、復号画像に対して画像処理を行なうのは公知の技術である。このことは、例えば、1992年画像符号化シンポジウム(PCSJ92)第7回シンポジウム資料、1992、福田、2-14「変換符号化を用いた圧縮画像の歪み除去に関する検討」、pp. 97~98にも記載されている。しかし、一般に非可逆符号化で用いられている画像処理では、非可逆符号化による画素値の劣化の程度がわからっていないと、画像処理が強すぎてエッジが欠落したり、逆に弱すぎてノイズが残ってしまったりすることがある。

【0093】例えば、画像の非可逆符号化の標準であるJPEG (Joint Photographic Experts Group) のBaseline方式のような変換符号化の場合、変換係数を量子化するので復号画像の各画素値がどの程度量子化されているのか判断しづらい。これを解決する手法としては、例えば、上述

の文献に記載されているように、処理後の画像を再符号化して符号を照らし合わせるという技術がある。しかし、この場合、符号化と復号を繰り返す必要があるため、処理の負荷が大きくなる。

【0094】これに対し、上述の第3の実施の形態の場合、どのパートが打ち切られているかを復号側で知ることができるので、各画素値がどの程度の誤差を含むかという知識を画像処理に生かすことができる。

【0095】図21は、処理を打ち切った場合に含まれる誤差の説明図である。図21では、図8(D)に示す分解を例に図示している。この例において、第0及び第1パートを処理した後、処理が打ち切られたとする。すると、第2及び第3パートは処理されない。その場合、下位2bitが無視されることになるので、図21

(A)に示すように、誤差の範囲、つまり量子化幅が4となる。すなわち、復号された画素値が4である場合、本来の画素値は4~7のいずれかということになる。

【0096】符号量に余裕があり、第0ないし第2パートを処理した後に処理が打ち切られた場合には、打ち切られた第3パートの1bitが無視されるだけであるので、図21(B)に示すように、量子化幅は2となる。例えば、復号された画素値が4である場合には、本来の画素値は4か5のどちらかということになる。

【0097】図22は、量子化幅を考慮した画像処理の一例の説明図である。画像は通常2次元の信号として扱

```
if      f(x_i) ≤ g(x_i) ≤ (f(x_i) + ΔE)
else if  f(x_i) ≤ g(x_i)
else
```

ここで、 $h(x)$ が画素 $x$ の処理結果の画素値である。すなわち、(7)式は処理後の画素値を量子化幅でクリッピングすることにあたる。

【0100】図22(C)に示す一般的な平均値フィルタを用いた場合の処理結果は、入力画像に比べて、起伏が無く平坦になっている。これに対し、図22(D)に示す量子化幅を考慮した処理結果は、突出部の画素値が小さくなっているものの、その他の部分については良好な結果が得られている。

【0101】このように、第3の実施の形態によれば、本発明を符号量制御が可能な非可逆符号化に応用することができ、またその特徴を生かした画像処理を復号画像に対して行なうことが可能である。

【0102】上述の第3の実施の形態においても、図17の4bit算術符号化部91と1bit算術符号化部92を、また、図19の4bit算術復号部101と1bit算術復号部102を並列的に動作させることができ。処理打ち切りの制御を行なうため、符号出力部6または画像合成部25への出力を、制御部94, 104の指示に従って行なうように構成すればよい。また、各パートごとに、符号化部、復号部を設けることも

うが、ここでは簡単のため1次元信号について示す。図12(A)は入力画像信号である。横軸が画素、縦軸が対応する画素値である。この画像を量子化幅を4として量子化する。これは、図8(D)に示す分解において、第2、第3パートを打ち切ることに相当する。この結果を図22(B)に示している。ここで、斜めのハッキングを施したグラフがもとの信号を示しており、縦のハッキングを施したグラフが量子化後の信号のグラフを示している。

10 【0098】ここで、図22(B)に示した量子化後の信号に一般的な平均値フィルタをかける。平均値フィルタは、例えば、高木、下田監修、「画像解析ハンドブック」、1991、東京大学出版会、p. 539等に記載されている。ここで、 $f(x)$ を画素 $x$ の画素値、 $g(x)$ を処理結果の画素値とし、3点の1次元信号を用いた平均値フィルタは、次の式で表わすことができる。

【数6】

$$g(x_i) = \frac{f(x_{i-1}) + f(x_i) + f(x_{i+1})}{3} \quad (6)$$

20 ただし両端のデータに対しては隣の画素との平均をとることとする。このような平均値フィルタをかけた結果を図22(C)に示す。

【0099】これに量子化幅 $ΔE$ を考慮すると、次の式が加わる。

【数7】

$$\begin{aligned} h(x_i) &= g(x_i) \\ h(x_i) &= f(x_i) + ΔE \\ h(x_i) &= f(x_i) \end{aligned} \quad (7)$$

30 可能である。この場合には、第2の実施の形態において図16で説明したように、例えば、画像符号化装置では、各符号化部に入力されるデータのタイミングをずらして入力することによって、並列動作が可能である。このとき、打ち切りの制御を行なうため、同じラインの次のパートの処理において、それまでの処理済みの符号量を判定することになる。そのため、見かけ上、第0パート符号化部81で処理した符号量は、第1パートの処理に用いられ、第1パート符号化部82まで処理した符号量が第2パートの処理へ、さらに、第3パートの処理へと伝播し、あたかもパイプライン的な処理がなされることになる。

40 【0103】上述の第3の実施の形態では、符号化手法として算術符号化の手法を用いているが、それ以外の符号化手法を用いることもできる。具体的には、図17の4bit算術符号化部91および1bit算術符号化部92、図19の4bit算術復号部101および1bit算術復号部102を、算術符号化以外の手法を用いるものに変更すればよい。このとき、代替の符号化手法は可逆符号化を行なうものであれば何でもよい。例えば、ハフマン符号化、ユニバーサル符号化、ランレンジス符

号化等が一例としてあげられる。もちろん、第1および第2の実施の形態においても同様である。また、第3の実施の形態においては、2値の可逆符号化だけを用いても実現することができる。

【0104】また、上述の各実施の形態における説明では、第0パートから順番に処理しているが、例えば、画素値の変化があまりないブロックでは、上位のビットにおいては同じ画素値情報を繰り返し符号化することになり、処理時間を増加させる原因となる。このときブロック内の共通するビットを抜き出して別個に符号化すれば、そのビットに関しては符号化が一度で済むので処理の高速化が図れる。共通しない残りのビットに関しては通常通りの符号化を行なえばよい。この場合の復号について説明する。共通する成分と残りの成分からなる2種類の符号は区別されて復号側に送られる。復号側では2つの符号を独立に復号し、最後に2つの復号情報を加算すれば復号画像が得られる。このとき共通する成分を先に復号することにしておけば、共通しない成分を符号化または復号する際、共通成分の参照が可能となり圧縮率の向上が図れる。

【0105】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、画像を分解して処理するので、多値符号化における状態数の削減とそれに伴う諸問題を解決し、多値符号化を容易に実現することができる。特に、多値算術符号化において、状態数を大幅に削減し、実現を容易にしている。また、符号量に応じた画素値の切捨てを行なうため、非可逆符号化への応用が可能となり、容易に符号量の制御を行なうことができる。さらに、量子化幅に応じた画像処理を行なうことによって、非可逆符号化へ応用した場合でも、従来より良好な画像を得ることができるという効果がある。本発明は、符号化手法を多値算術符号化に限定しないので、用途に応じて最適な多値可逆符号化手法を使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の画像符号化装置の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】 本発明の画像復号装置の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図3】 従来の多値の算術符号化手法を用いた符号化装置の一例を示す構成図である。

【図4】 従来の多値の算術符号化手法を用いた復号装置の一例を示す構成図である。

【図5】 一般的な符号化装置における動作の一例を示すフローチャートである。

【図6】 一般的な復号装置における動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】 状態数の比較の説明図である。

【図8】 画像の分解の説明図である。

【図9】 本発明の画像符号化装置の第1の実施の形態

における画像データの入力処理の動作の一例を示すフローチャートである。

【図10】 本発明の画像復号装置の第1の実施の形態における画像データの出力処理の動作の一例を示すフローチャートである。

【図11】 本発明の画像符号化装置の第2の実施の形態におけるブロック図である。

【図12】 本発明の画像復号装置の第2の実施の形態におけるブロック図である。

10 【図13】 本発明の画像符号化装置および画像復号装置の第2の実施の形態における参照画素の取り方の一例の説明図である。

【図14】 本発明の画像符号化装置および画像復号装置の第2の実施の形態における処理順序の一例の説明図である。

【図15】 第jラインの各パートの符号化および復号に必要なパートの説明図である。

【図16】 本発明の画像符号化装置の第2の実施の形態の変形例を示す要部説明図である。

20 【図17】 本発明の画像符号化装置の第3の実施の形態を示すブロック図である。

【図18】 本発明の画像符号化装置の第3の実施の形態における画像データの入力処理の動作の一例を示すフローチャートである。

【図19】 本発明の画像復号装置の第3の実施の形態を示すブロック図である。

【図20】 本発明の画像復号装置の第3の実施の形態における画像データの出力処理の動作の一例を示すフローチャートである。

30 【図21】 処理を打ち切った場合に含まれる誤差の説明図である。

【図22】 量子化幅を考慮した画像処理の一例の説明図である。

【符号の説明】

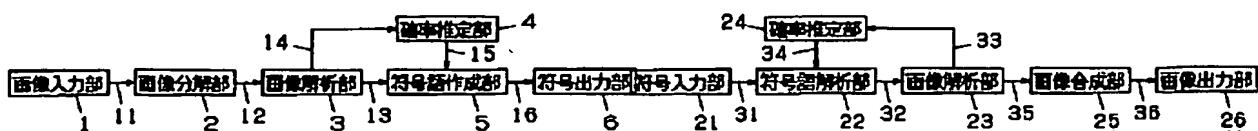
1…画像入力部、2…画像分解部、3…画像解析部、4…確率推定部、5…符号語作成部、6…符号出力部、7…3bit画像符号語作成部、8…1bit画像符号語作成部、11…画像データ、12…分解画像データ、13…分解画素値データ、14…状態データ、15…確率

40 推定データ、16…符号データ、17…画素値データ、21…符号入力部、22…符号語解析部、23…画像解析部、24…確率推定部、25…画像合成部、26…画像出力部、27…3bit画像符号語解析部、28…1bit画像符号語解析部、31…符号データ、32…分解画素値データ、33…状態データ、34…確率推定データ、35…分解画像データ、36…画像データ、37…画素値データ、38…参照画素データ、39…制御データ、91…4bit算術符号化部、92…1bit算術符号化部、93…符号量算出部、94…制御部、95…符号量データ、96…総符号量データ、97…制御デ

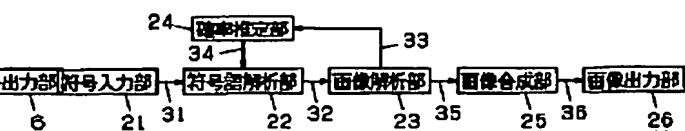
一タ、101…4bit算術復号部、102…1bit算術復号部、103…符号量算出部、104…制御部、105…画像処理部、106…符号量データ、107…

総符号量データ、108…制御データ、109…量子化幅データ、110…復号画像データ、111…処理画像データ。

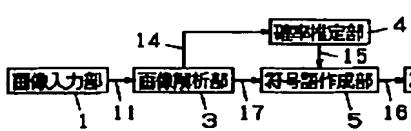
【図1】



【図2】



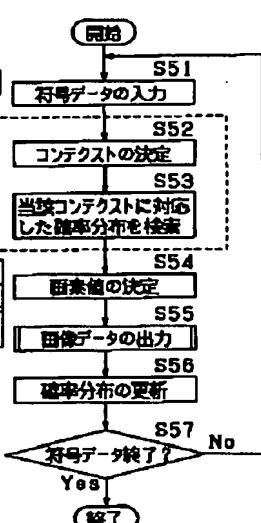
【図3】



【図4】

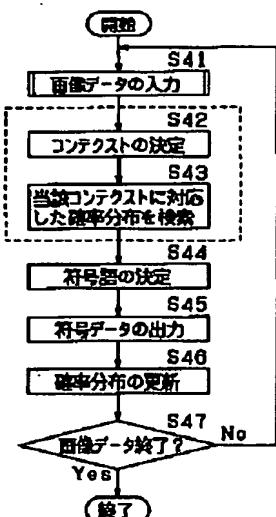


【図6】



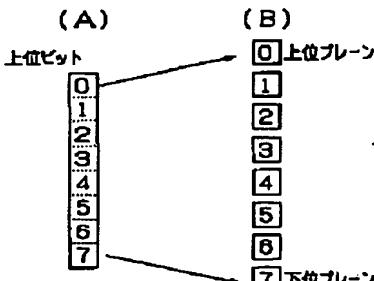
参照回数	2値算術符号			多値(8bit)算術符号	
	0	10	JBIG	0	2
状態数	2	1,024	4,096	256	約1,700万

【図5】

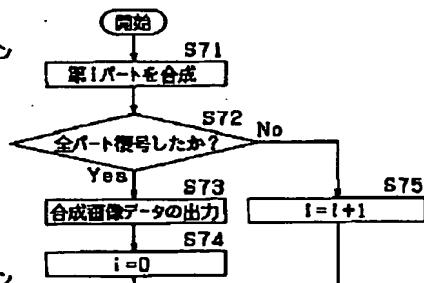


【図7】

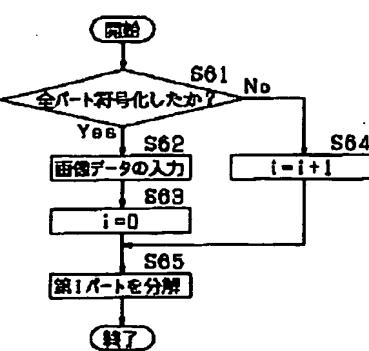
【図8】



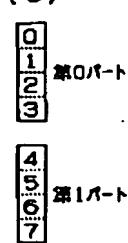
【図10】



【図9】



(C)



(D)



第0パート

第1パート

第2パート

第3パート

第4パート

第5パート

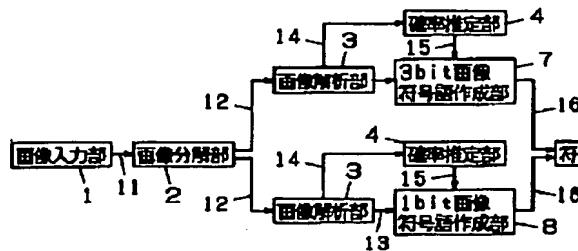
第6パート

第7パート

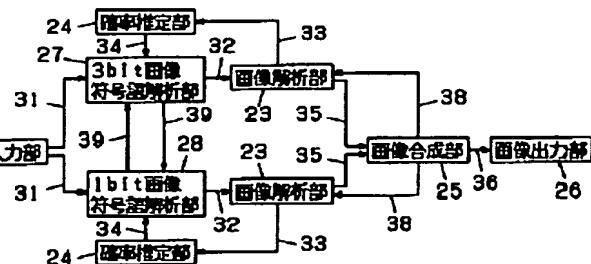
【図15】

パート	参照対象		
	第(j-1)ライン	第jライン	第(j+1)ライン
第0パート	第0パート	-	-
第1パート	第1パート	第0パート	-
第2パート	第1, 2パート	第1パート	第1パート
第3パート	第1-3パート	第1, 2パート	第2パート

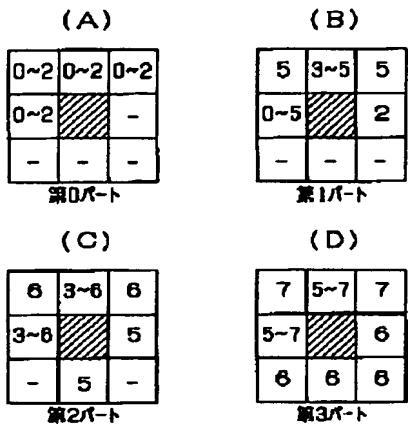
【図11】



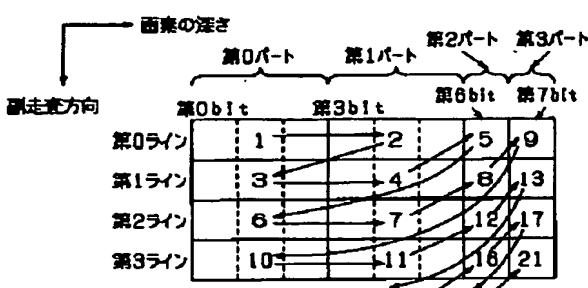
【図12】



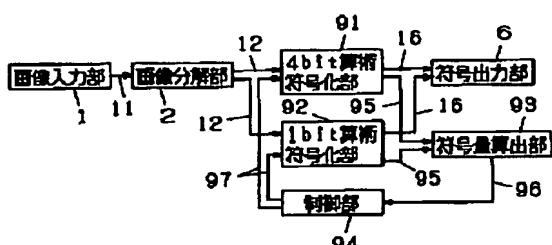
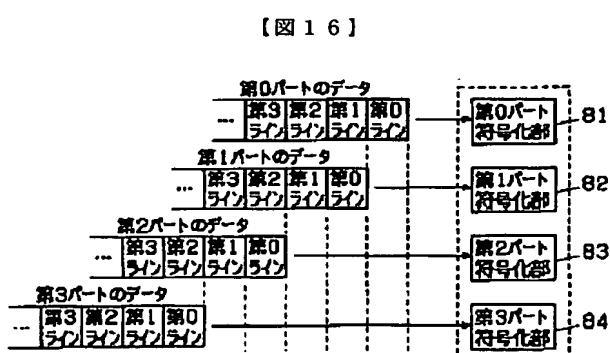
【図13】



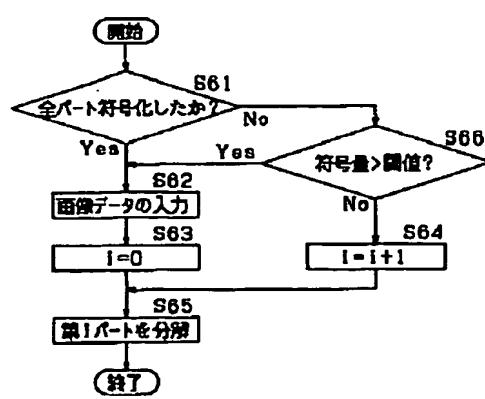
【図14】



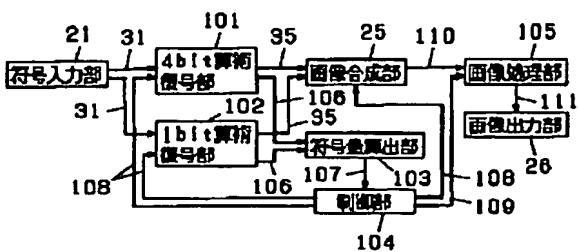
【図17】



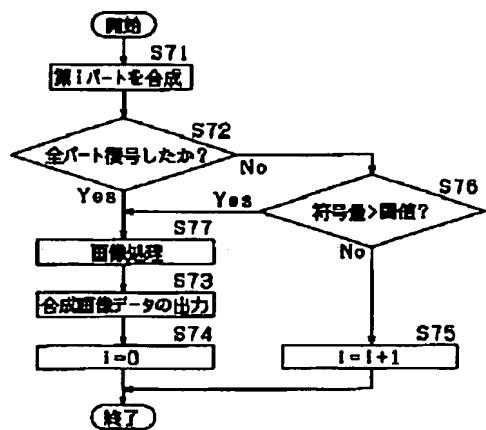
【図18】



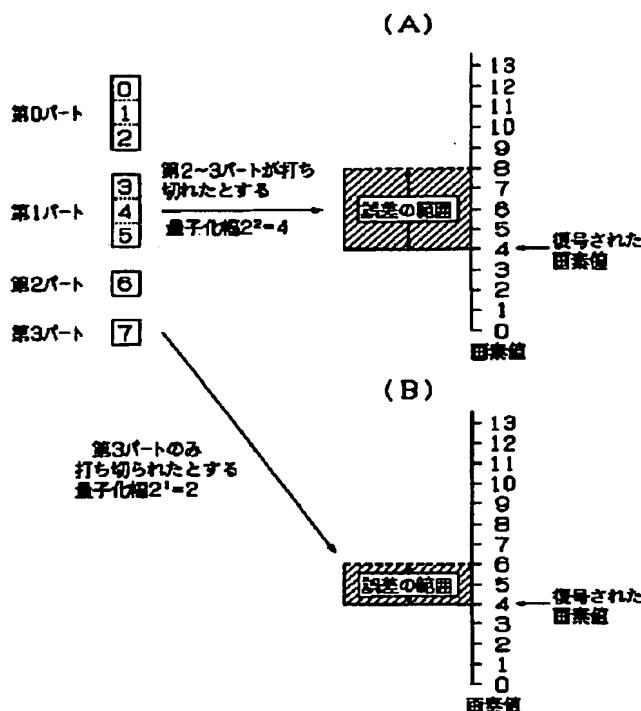
【図19】



〔四二〇〕



〔図21〕



### 【图 22】

